



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL MIXTO,
MEDIANTE EL USO DE SONDAS DE DOBLE DEPOSICIÓN SEMINAL EN
CERDAS MULTÍPARAS”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título:
INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR:

Luis Gonzalo Tuquinga Pinduisaca.

Riobamba – Ecuador

2014

Esta tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Dra. YULIEN FERNÁNDEZ ROMAY. Ph. D.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.C. EDGAR WASHINGTON HERNÁNDEZ CEVALLOS.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.C. EDMUNDO GEOVANNY GRANIZO BALAREZO.
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 13 de Noviembre 2014.

AGRADECIMIENTO

A la ESPOCH, su Carrera de Ingeniería Zootécnica, por participar de nuestra formación moral e intelectual.

Al Director Ing. M.Cs. Edgar Hernández, Asesor Ing. M.Cs. Edmundo Granizo, por sus acertadas recomendaciones para el desarrollo de esta investigación.

A todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Zootécnica de la ESPOCH, por el tiempo invertido en nuestra formación y compartir sus conocimientos.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron para que nuestro proyecto sea viable

DEDICATORIA

Al culminar una importante etapa de mi vida, dedico mi esfuerzo y dedicación, reflejado en esta tesis a:

Dios por darme la vida e iluminarme día a día en aquellos momentos difíciles siendo mi guía.

A mis queridos padres JOSE ELIAS TUQUINGA y GUADALUPE GERMANIA PINDUISACA, por brindarme todo su apoyo incondicional durante esta etapa de mi vida.

A mis herman@s AIDA, UVALDINA y LIZANDRO, quienes fueron pilar importante durante todo este tiempo, donde compartimos muchas vivencias y alegrías.

A mis amigos por ofrecerme momentos de entretenimiento los cuales fueron de mucho agrado.

CONTENIDO

Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISION DE LITERATURA</u>	3
A. DESARROLLOR DE LA VIDA PRODUCTIVA EN CERDOS.	3
1. <u>Conservación de gametos.</u>	3
a. Evaluación de morfologías espermáticas	4
1) Características macroscópicas	4
2) Características microscópicas	5
b. Mantenimiento de dosis seminales	6
1) Diluyentes	6
2) Temperatura	7
3) Empaque y transporte	8
2. <u>Uso de la inseminación artificial.</u>	8
a. Ventajas y desventajas de la inseminación artificial.	8
1) Ventajas	8
2) Desventajas	9
b. Proceso de la inseminación artificial	9
B. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL CERVICAL:	13
C. INSEMINACIÓN INTRAUTERINA.	16
D. INSEMINACIÓN INTRAUTERINA PROFUNDA MEDIANTE EL USO DE SONDAS DE DOBLE DEPOSICION SEMINAL	18
1. <u>Estructura de la sonda</u>	19
2. <u>Ventajas en relación a otros sistemas.</u>	19
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	20
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	20
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	20
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	21
1. <u>Materiales</u>	21
2. <u>Equipos</u>	21

3. <u>Instalaciones.</u>	21
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	22
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	23
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	23
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	24
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	25
1. <u>Peso de las cerdas al servicio.</u>	25
2. <u>Peso de las cerdas al final de la gestación.</u>	25
3. <u>Tasa de concepción.</u>	25
4. <u>Tasa de fertilidad.</u>	25
5. <u>Tasa de prolificidad.</u>	25
6. <u>Peso de crías y camadas al nacimiento</u>	25
7. <u>Análisis Económico.</u>	26
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	27
A. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS EN CERDAS MULTIPARAS SOMETIDAS A UN SISTEMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL MIXTO, MEDIANTE EL USO DE SONDAS DE DOBLE DEPOSICIÓN SEMINAL.	27
1. <u>Tasa de concepción</u>	27
2. <u>Tasa de fertilidad</u>	27
3. <u>Tasa de prolificidad.</u>	30
B. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS EN CERDAS MULTIPARAS SOMETIDAS A UN SISTEMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL MIXTO, MEDIANTE EL USO DE SONDAS DE DOBLE DEPOSICIÓN SEMINAL.	33
1. <u>Peso de las cerdas al servicio</u>	33
2. <u>Peso de las cerdas al final de la gestación.</u>	33
3. <u>Peso de lechones al nacimiento.</u>	35
4. <u>Peso al nacimiento</u>	35
C. ANÁLISIS ECONÓMICO EN CERDAS MULTIPARAS SOMETIDAS A UN SISTEMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL MIXTO, MEDIANTE EL USO DE SONDAS DE DOBLE DEPOSICIÓN SEMINAL.	37
V. <u>CONCLUSIONES</u>	40
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	41

VII LITERATURA CITADA
ANEXOS

42

RESUMEN

El presente ensayo se realizó en las instalaciones del Centro de Transferencia Genética “REPROGENES” y Granjas Asociadas, el mismo que se halla ubicado en la vía a Guano Km 2^{1/2}, sector San Antonio de las Abras, ubicado en el cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, con una duración de 150 días. Se evaluó un Sistema de inseminación Artificial Mixto con dos densidades espermáticas, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal en cerdas multíparas frente a l sistema convencional de inseminación artificial Postcervical e inseminación artificial Itrauterina Profunda, para ello se utilizó una cerda multípara mestiza de la raza Landrace - York por tratamiento, con quince repeticiones por tratamiento, dando un total de 60 cerdas para el experimento. Estos tratamientos fueron distribuidos bajo un Diseño de Bloques Completamente al azar. Se determinaron los mejores parámetros reproductivos en cuanto a la tasa de concepción (100%), fertilidad (100%) y prolificidad (13,73); los mejores parámetros productivos en cuanto a peso de la cerda al final de la gestación (185,20 kg), peso de la camada (16,77 kg) y el mejor índice de Beneficio – Costo alcanzado de 1,75 USD fue al aplicar el Sistema de Inseminación Artificial Mixto mediante el uso de sondas de doble deposición seminal con 50ml de semen y $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides. Se recomienda por lo tanto utilizar este sistema en cerdas multíparas Landrace-York, ya que en el presente estudio se alcanzaron los mejores resultados reproductivos y productivos.

ABSTRACT

The present essay has been carried out in the Center for Genetic Transference “REPROGENES” and Associated Farms which is located on the way to the city of Guano km 2^{1/2} in San Antonio de las Abras, in the city of Riobamba, Chimborazo Province. It lasted 150 days. A mixed artificial insemination system through the use of seminal double-lumen deposition catheters was evaluated in multiparous pigs and it was compared against the artificial Post cervical conventional insemination system and artificial Deep intrauterine insemination. For this, a female mestizo multiparous swine of Landrace – York breed was utilized per treatment with fifteen repetitions per treatment; this yielded a total of 60 female pigs for the experiment. These treatments were distributed in a randomized block design. The best reproductive parameters concerning conception rate (100%), fertility (100%), and prolificacy (13,73); the best productive parameters concerning end of pregnancy weight (185,20 kg), offspring weight (16,77 kg) were determined, and the best benefit-cost ratio of USD 1,75 was reached when the mixed artificial insemination system through the use of seminal double-lumen deposition catheters was applied with 50 ml of semen and $1,5 \times 10^9$ sperm cells. It is, therefore, recommended to use this system in multiparous female swine of Landrace – York breed since the best reproductive and productive results were reached in this experiment.

LISTA DE CUADROS

Nº	Pág.
1. COMPARACIÓN DE LA INSEMINACIÓN INTRAUTERINA CON INSEMINACIÓN INTRACERVICAL Y LA INSEMINACIÓN CONVENCIONAL CON DIFERENTES PARÁMETROS PRODUCTIVOS.	17
2. TASAS DE GESTACIÓN PARTO Y PROLIFICIDAD EN CERDAS INSEMINADAS EN LA PROFUNDIDAD DE UN CUERNO UTERINO CON DIFERENTE NÚMERO DE ESPERMATOZOIDES	17
3. TASAS DE GESTACIÓN DE CERDAS INSEMINADAS EN LA PROFUNDIDAD DE UN CUERNO UTERINO CON 150 MILLONES DE ESPERMATOZOIDES 1, 2 Ó 3 VECES DURANTE EL ESTRO NATURAL POST-DESTETE.	18
4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA	20
5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	22
6. CUADRO DEL ADEVA	24
7. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS EN CERDAS MULTÍPARAS, SOMETIDAS A UN SISTEMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL MIXTO, MEDIANTE EL USO DE SONDAS DE DOBLE DEPOSICIÓN SEMINAL.	28
8. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS EN CERDAS MULTÍPARAS, SOMETIDAS A UN SISTEMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL MIXTO, MEDIANTE EL USO DE SONDAS DE DOBLE DEPOSICIÓN SEMINAL.	34
9. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHONES EN CERDAS MULTÍPARAS, SOMETIDAS A UN SISTEMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL MIXTO, MEDIANTE EL USO DE SONDAS DE DOBLE DEPOSICIÓN SEMINAL.	39

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Pág.
1. Tasa de concepción en cerdas multíparas York-Landrace sometidas a un sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal.	29
2. Tasa de fertilidad determinada en cerdas multíparas York-Landrace sometidas a un sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal.	31
3. Tasa de prolificidad en cerdas multíparas York-Landrace sometidas a un sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal.	32
4. Peso al final de la gestación en Cerdas multíparas, sometidas a un sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal.	36
5. Peso de camada al nacimiento en cerdas multíparas, sometidas a un sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal.	38

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Prueba de hipótesis según X^2 , para el contraste de las características reproductivas determinadas en cerdas multíparas, sometidas a un sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal.
2. Análisis de Varianza de las características productivas y reproductivas determinadas en cerdas multíparas, sometidas a un sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la inseminación artificial porcina forma parte del cronograma de trabajo en las explotaciones pecuarias incluso en explotaciones extensivas. En estos últimos 10 años esta técnica se ha desarrollado enormemente. Desde el año 2005 la reproducción mediante inseminación Artificial fue de un 80% de un total de 76 millones de cerdas que existe en el mundo.

La Inseminación artificial presenta muchas ventajas frente a la monta natural como es el bajo número de reproductores machos en la explotación, reproductores de elevada calidad genética lo cual permite un mejoramiento genético más acelerado y uniforme y además la enorme reducción del tiempo y trabajo comparado con la monta natural. Con el incremento de esta nueva técnica de reproducción también se ha incrementado la utilización del semen comercial el cual contribuyo a la formación de centros de Procesamiento o también llamados centros de transferencia genética estos centros cuenta con la enorme ventaja de que cuentan con laboratorios de última tecnología y el personal a cargo desarrolla mayor experiencia a fin de obtener mayor ganancia productiva y/o reproductiva.

Por mucho tiempo se han hecho investigaciones que buscan disminuir el número de espermatozoides por cada dosis con la aplicación de la inseminación artificial convencional (IAC), que comienza aproximadamente con una concentración de $5 \cdot 10^9$ espermatozoides en 50-200 ml de esperma hasta $3 \cdot 10^9$ espermatozoides en 80-100 ml de esperma, obteniéndose los mismos parámetros reproductivos de fertilidad que con la monta natural, buscando perfeccionar más aún el semen del verraco, se sugirió introducir el semen más cerca del lugar de la fecundación. Al depositar el semen en la profundidad de un cuerno uterino, se puede disminuir la dosis hasta 10 veces, formando así una nueva técnica reproductiva: La inseminación Intrauterina Profunda. Por tanto el desarrollo de un sistema que permita realizar la práctica de inseminación artificial en la profundidad del cuerno uterino es de enorme interés para la industria porcina, ya que durante mucho tiempo la introducción de un instrumento en las profundidad de los cuernos ha sido difícil debido a la compleja anatomía del canal cervical, la longitud y curvatura de los cuernos.

Para los centros de transferencia genética esta técnica reproductiva tiene un impacto económico excelente ya que se reduce drásticamente el número de reproductores machos, disminución del espacio, alimento requerido, manejo y alojamiento de los verracos y lo que es más importante el mayor impacto económico lo obtienen las explotaciones extensivas o pequeños productores ya que disminuye el costo de la inseminación por cada cerda preñada y a su vez obtienen mejores resultados productivos y reproductivos al compararlo con la monta natural.

En la actualidad diversas investigaciones se han llevado a cabo para comparar la inseminación intrauterina profunda con la inseminación postcervical y la inseminación artificial convencional, todas ellas tendientes a incrementar la relación de hembras: macho utilizado para procesamiento de semen y aprovechar de mejor manera el potencial genético de los reproductores, obteniendo mayor cantidad de descendencia en menor tiempo, por ello en la presente investigación se propone determinar la efectividad de la Inseminación Intrauterina Profunda aplicando un sistema de sondas de doble deposición seminal (Mixto), en las cuales el 80 % del espermatozoos es depositado a nivel post cervical y el 20 % en la profundidad del cuerno uterino, lo cual permite reducir el volumen seminal hasta 50 ml y la concentración espermática hasta 750×10^6 espermatozoides/dosis, por lo que al inicio del estudio se plantearon los siguientes objetivos:

1. Valorar los parámetros reproductivos (tasa de concepción, fertilidad y prolificidad) al aplicar un Sistema de Inseminación Artificial Mixto mediante el uso de sondas de doble deposición seminal, en cerdas multíparas York-Landrace, en relación a los sistemas de inseminación convencional.
2. Evaluar los parámetros productivos obtenidos en las camadas de cerdas York-Landrace multíparas, mediante la aplicación de diferentes sistemas de inseminación artificial.
3. Determinar los costos de producción y determinar la rentabilidad mediante el indicador beneficio costo, al utilizar diferentes sistemas de inseminación artificial en cerdas multiparas.

II. REVISION DE LITERATURA

A. DESARROLLOR DE LA VIDA PRODUCTIVA EN CERDOS.

Pérez, F. (1998), afirma que los primeros experimentos en reproducción se efectuaron alrededor del año de 1779 realizadas por Lazzaro Spallanzani; quien realizó la primera Inseminación Artificial en Italia basándose en una posición económica zootécnica. Después de ello Hoffmann, quien representó a la escuela alemana dio grandes avances en bioquímica espermática, conservación del espermatozoide, entre otros. Consecutivamente la inseminación artificial tuvo gran difusión en Inglaterra, Holanda, Bélgica y otros países nórdicos. La investigación que tiene mayor jerarquía se debe a los científicos Polge y Rowson, ellos fueron quienes descubrieron la técnica de la congelación de los espermatozoides. En la actualidad esta técnica, conjuntamente con la criobiología y la utilización del anhídrido carbónico se logró resolver la dificultad de la conservación del material genético a largo tiempo

1. Conservación de gametos.

Según Delgado, M. (2006), manifiesta que los gametos masculinos se originan en los tubos seminíferos de los testículos las cuales son células altamente especializadas para la fecundación. Entre los principales factores que marcan la supervivencia de los gametos son:

- Temperatura inadecuada
- Luz
- Contacto con metales o agua
- Presencia de impurezas y microorganismos
- Desinfectantes incorrectos
- Capacidad buferante del diluyente
- Presión osmótica
- Inadecuado manejo y valoración del semen, color y olor.

Un gran número de causas afectan la calidad del eyaculado tales como:

- Evaluación de morfologías espermáticas
- Reacciones bioquímicas
- Empacado del semen
- Transporte de las dosis seminal
- Control de enfermedades
- Técnicas de inseminación artificial

Alteraciones del diluyente con diversos factores como es la temperatura y tiempo de almacenamiento.

a. Evaluación de morfologías espermáticas

Pérez, F. (1965), afirma que las primeras eyaculaciones normales se obtiene en los reproductores de 5 y 8 meses de edad, las características del semen cambian durante el desarrollo sexual del reproductor. La cantidad de los espermatozoides y el volumen del semen aumentan hasta llegar a los 18 meses de edad. El desarrollo sexual del reproductor, desde que comienza su capacidad reproductiva hasta llegar a su completa madurez sexual, se realiza en un tiempo relativamente extenso.

1) Características Macroscópicas.

Volumen.- El volumen del eyaculado previamente sujeto a filtración se aprecia inmediatamente después de la extracción en el recipiente graduado. El volumen obtenido como promedio es de 200ml y oscila entre los 50 a 400 ml de acuerdo con la edad que presenta el animal.

Olor.- El olor presente en el esperma permite despejar dudas sobre la capacidad de empleo del eyaculado. El semen normal del reproductor debe poseer olor proteico neutro. La presencia de olores desagradables indican que el eyaculado se contamina con orina o secreción prepucial. Esta calidad de eyaculado, contiene generalmente un alto nivel de gérmenes, esto hace que sea muy corto su tiempo de empleo. El olor desagradable indica que existen alteraciones

patológicas. A su vez también se puede observar el anormal color del eyaculado. El semen con estas anomalías no se debe utilizar para realizar la inseminación artificial.

Color.- El color característico del eyaculado es gris claro, blanco o levemente marfileño. La presencia de tonalidades amarillas, verdes, rosas o castañas son un claro indicativo de presencia de patologías. Los eyaculados con estas características se eliminarán para realizar cualquier utilización.

pH.- El pH del semen del reproductor fluctúa entre 6,8 y 7,2 frecuentemente se hallan eyaculados con pH de 6,9 y 7,2; un eyaculado con bajo pH es más valorado que otro de pH alto.

Consistencia.- La consistencia del esperma del reproductor está entre acuosa y lechosa. El color y consistencia tiene gran relación y son un claro indicativo de la concentración de los espermatozoides, es decir del número de estos por cada unidad de volumen. El esperma claro es de aspecto gris blanquecino y acuoso, mientras que el espeso tiene un aspecto entre blanco marfileño y consistencia lechosa, incluso llegando a ser cremosa. (Delgado, M. 2006).

2) Características microscópicas

Concentración.- La idea de la concentración de los espermatozoides, densidad del esperma, es obligatorio para determinar el grado de dilución y el aprovechamiento del eyaculado. La concentración de los espermatozoides oscila en el verraco entre 0,1 y 1 millones de espermatozoides.

Motilidad.- Los movimientos de los espermatozoides se determinan microscópicamente. Los conteos se realizan con atención usando idénticos criterios de observación, los valores obtenidos permiten datos sobre la capacidad fecundante del esperma. (Delgado, M. 2006).

Formas anormales.- Las formas anormales pueden provenir del propio testículo y ser resultado, de enfermedades testiculares, como es la hipoplasia, orquitis,

degeneraciones, etc. Langerloff demostró la existencia de formas anormales en el eyaculado originario de toros que tenían hipoplasia testicular.

b. Mantenimiento de dosis seminales.

1) Diluyentes.

Delgado, M. (2006), describe las principales funciones de los diluyentes:

- Incrementar el volumen del eyaculado
- Mantener la viabilidad de los espermatozoides

Los diluyentes suministran una fuente adecuada de nutrientes, un ambiente adecuado de protección a los espermatozoides contra la baja de la temperatura, electrolitos para una adecuada presión osmótica, sustancias buffer que protegen el semen contra los cambios inadecuados de pH, antibióticos que impiden el desarrollo bacteriano. El plasma seminal por si solo no tiene una conservación larga del semen. Los tipos de diluyentes son los siguientes:

- Diluyentes de duración corta: Mantiene la calidad del seminal durante 4 días
- Diluyentes de duración media: Mantiene la calidad seminal durante 6 días
- Diluyente de duración larga: Su composición nutritiva es más compleja, conservan el semen hasta por 13 días, sin saber la capacidad de fecundación.

Delgado, M. (2006), manifiesta también que se debe tomar en cuenta algunos factores como La temporada del año, la duración de transporte del semen y el tiempo que pasa entre la valoración del semen y la inseminación definitiva. Aunque la vida media del semen también se ve alterada por diversos factores como la calidad de semen, la frecuencia de la recolección, la tasa de dilución y las diversas fracciones del semen que se recopilan. Los principales ingredientes que se encuentran en los diluyentes y sus principales funciones:

Fuentes de energía: Los principales diluyentes tienen glucosa como la principal

fuentes de energía, aunque también se ha utilizado otras fuentes de energía como la galactosa, fructuosa y ribosa que no poseen muchas ventajas sobre la glucosa.

Buffers: El pH de la fracción rica del semen es de 6,8 a 7,4 y de la fracción post espermática de 7,0 a 7,6 los espermatozoides y las bacterias agrupadas en el semen causan algunos metabolitos como el ácido láctico, por lo que las sustancias buffer son muy importantes en la conservación del semen. Los buffers simples como el bicarbonato de sodio tienen un principio limitado mientras que el ácido 3N Morfolino propanesulfónico (MOPS), no tolera de esta manera.

Electrolitos: El cloruro de potasio y el cloruro de sodio son utilizados para regular la presión osmótica.

Antibióticos: La gentamicina, lincomicina, neomicina y espectinomina son los antibióticos.

Estabilizadores de membrana: Se incorpora para evitar o retrasar alteraciones no apetecidas en la estructura y función de las membranas espermáticas. La seroalbúmina bovina (BSA), el hidroxitolueno butilado (BTH) y el etilén disódico diamino tetraacetato (EDTA), son las principales sustancias utilizadas.

2) Temperatura.

Delgado, M. (2006), indica que la temperatura es otro aspecto de suma importancia en el mantenimiento de la calidad seminal, la cual debe disminuirse de forma paulatina una vez que el semen sea diluido. La disminución de la temperatura se realiza en 2 ó 3 horas hasta que el semen alcance la temperatura ideal para su mantenimiento; la temperatura varía entre los 14 y 17°C. Variaciones superiores a los 20°C pueden afectar la calidad espermática ya que el semen porcino es particularmente sensible a los cambios de la temperatura, por lo que es de suma importancia conservarlo a 17°C, e impedir variaciones en la temperatura. La disminución de la temperatura trae como consecuencia la disminución del metabolismo y de la motilidad espermática. Temperaturas inferiores a los 14°C causan severos daños a la membrana espermática

reduciendo la claridad del semen, temperaturas superiores a los 20°C no reducen el metabolismo espermático ni interrumpen el crecimiento bacteriano, lo cual disminuye la vida útil del semen.

3) Empaque y transporte.

Delgado, M. (2006), señala que uno de los problemas más importantes en el transporte del semen es el mantenimiento a una temperatura constante.

2. Uso de la inseminación artificial.

Inavov, E. (1931), realizó las primeras inseminaciones en la especie porcina, desde entonces hasta la actualidad esta técnica ha tenido un desarrollo acelerado, entre sus principales ventajas esta la amplia propagación del material genético, disminución del número de reproductores y consecuentemente disminución en los costos de la alimentación. El grado de utilización es muy variable, en los Estados Unidos alcanza el 50%, mientras que en los países Europeos su utilización es cercana al 80%.

Gadea, J. (2003), expone que para lograr el éxito en la inseminación está en realizar la correcta detección del celo, el reflejo exclusivo de la cerda en celo es la inmovilidad ante la prueba de monta, la cerda también mantienen sus orejas levantadas, reduce el consumo de alimento, se vuelve inquieta, la vulva toma un color rojizo y se encuentra edematizada. Si presenta estos síntomas la cerda es inseminada.

a. Ventajas y desventajas de la inseminación artificial.

1) Ventajas.

- Disminución del número de reproductores machos en la granja
- Maximización del mejoramiento genético
- Obtención de lotes más homogéneos
- Disminución de tiempo y trabajo

- Mayor control en la fertilidad de los machos
- Sanidad generalizada para el establecimiento.

2) Desventajas

- Incremento de tiempo de trabajo
- Mayor control en la calidad
- Verracos con defectuosos o alteraciones indeseables
- Requiere personal especializado.

b. Proceso de la inseminación artificial.

<http://www.cisale-fvet.uba.ar>. (2014), enseña que la serenidad es un requisito importante para desarrollar adecuadamente la inseminación. El semen se debe evitar introducir durante o antes de la toma del alimento. La inseminación deben realizarla las personas que tengan conocimientos técnicos y prácticos. El semen congelado a los 15°C primeramente se debe calentarse antes de realizar la aplicación a una temperatura de 35°C, para lo que es indispensables disponer de un baño María o estufa a 35°C, muy cerca al lugar donde se va a realizar la inseminación esto con el fin de evitar la pérdida de calor; en caso de que no se disponga de estos equipos el transporte de la dosis se realizara en termos. Para realizar la inseminación se debe limpiar la vulva con materiales asépticos como la celulosa. Antes de la aplicación del semen en el tracto uterino de la cerda se debe dejar ingresar por el catéter una pequeña cantidad de diluyente puro a una temperatura de 42°C, con el objetivo de:

- Evidenciar la permeabilidad y drenaje del catéter por si se presentase alguna obstrucción en trayecto cervical.
- Llevar las eventuales gotas de agua que pudieran presentarse en el mismo.
- Elevar la temperatura del catéter evitando así que el semen sufra un posible cambio de temperatura. Empape el extremo del catéter con algún lubricante

que no mate a los espermatozoides esto con el fin de que se deslice suavemente en los genitales femeninos sin causar daños en la mucosa. Asegúrese de no obstruir el orificio del catéter con el lubricante.

- Introducir con suma cautela el catéter, con la punta dirigida hacia arriba, por el canal vagina hasta que llegue al cérvix. La dosis con el semen diluido no se debe haber conectado todavía con el catéter. La razón de esto es de no exhibir la dosis innecesariamente a excesos de luz o temperatura. Sosteniendo la punta del catéter hacia el techo vaginal disminuye el riesgo de entrar en contacto con la vejiga.

La pipeta es la varilla para realizar la inseminación, esta tiene forma de espiral y con punta de material plástico. Cuando se utiliza una pipeta, una rotación en el sentido en contra a las manecillas del reloj hará que ingrese al cérvix. En ese momento se puede evidenciar cierta resistencia al tirar la pipeta hacia atrás que nos indica claramente que llegamos al cuello uterino, entonces se puede girar hacia la izquierda intentando la introducción a través de los pliegues cervicales hasta que ya no se pueda girar más, en ese momento se deberá realizar una pequeña tracción para comprobar realmente si está fijado en el conducto cervical. Revertir cuidadosamente 2 o 3 veces la dosis que contiene el semen diluido para mezclarlo. Sujetar la dosis en el extremo superior de la pipeta y descargar lentamente el semen. Pueda que sea necesario oprimir ligeramente la dosis para empezar el proceso, luego después se debe dejar que el semen sea absorbido por las contracciones del útero. Por lo general, este proceso dura por lo mínimo 3 minutos. Stomar menciona que 50 cc son suficientes para estimular las contracciones uterinas de las cerdas nulíparas, para las cerdas multíparas es mejor utilizar un volumen superior.

<http://www.cisale-fvet.uba.ar>. (2014), da a conocer que se llegó a la conclusión de que la cantidad de huevos fertilizados se acercaba al 100% cuando las reproductoras eran inseminadas con volúmenes de concentración menor a 9×10^9 espermatozoides.

Debido a la gran variabilidad que existe en la intensidad de las contracciones

uterinas, suele tomar más tiempo inseminar a cerdas nulíparas que a las cerdas multíparas. Si se coloca muy rápido el semen, puede haber reflujo por la vulva. Indudablemente ese semen que se sale se malgasta. Es muy importante tomar en cuenta que el técnico inseminador está sustituyendo al verraco, que se dura de 5 a 10 minutos en cada salto.

Si la cantidad de semen que sale es enorme, se detiene inmediatamente la inseminación. Las principales causas para que ocurra este evento son, que el semen está siendo depositado muy acelerado, o que el catéter no se encuentra dentro del cérvix. Si el flujo se detiene, puede colocar de mejor manera el catéter dando un cuarto de vuelta para iniciar nuevamente el drenaje del semen. Adicionalmente, se puede ayudar realizando un agujero en la dosis con cualesquier material aséptico. Si existe demasiada resistencia al flujo de semen, vuelva nuevamente a introducir el catéter, debido a que podría estar apretado contra uno de los pliegues del cérvix.

La conducción del semen, y por lo tanto, la fertilización, puede ser ineficaz cuando la reproductora está asustada o molesta; siempre hay que tratar a las reproductoras con mucha calma y suavidad. Mediante los estímulos que se mencionaron anteriormente, se puede incrementar la cantidad e intensidad de las contracciones uterinas que absorben el semen de la botella y lo conducen al interior del útero. Si la reproductora ha permanecido demasiado tiempo encerrada y esperando por largos periodos de tiempo para ser montada, puede resistir a la inseminación. Si presenta esto, hay que trasladarle a la presencia del macho por lo menos una hora e intentar inseminar de nuevamente.

Es indispensable que la hembra presente su reflejo de inmovilidad justo en el momento que está siendo inseminada; para que se estimulen las contracciones de útero, las cuales son muy importantes para el transporte adecuado del semen. Cuando se ha situado dentro del útero todo el semen, extraiga el catéter haciéndole girar en el sentido a las agujas del reloj mientras se hala dócilmente. En algunas ocasiones prefieren dejar el catéter en posición por varios minutos con la finalidad de alargar la estimulación cervical.

En cada inseminación es importante usar un catéter nuevo con la finalidad de eliminar la posibilidad de transmitir infecciones uterinas de una hembra a otra.

<http://www.cisale-fvet.uba.ar>. (2014), presenta que la actividad más importante del técnico inseminador es la de realizar estímulos de igual manera sexual a la del cerdo, actuando de manera constante sobre ella (presión variable sobre el dorso de la cerda), de manera que resulte estimulado la motilidad uterina y que la matriz absorba el contenido espermático. Para realizar esto, el técnico inseminador puede apoyarse durante el tiempo que transcurra la inseminación sobre la cerda de espaldas a la cabeza de la cerda, imitando de esta manera la presión que ejerce el verraco. La cantidad del ingreso del semen depende mucho de la fase del celo en la que se encuentra la cerda. Mientras que al principio y hacia del final del celo permanecen los movimientos peristálticos en dirección a la vagina, en el momento terminante del celo se dirige el peristaltismo uterino frecuentemente hacia el oviducto.

La introducción del semen con mucha violencia puede ocasionar serios inconvenientes ya que el resultado sería un reflujo más marcado del esperma. Después de drenar la ampolla de esperma, se dejará la pipeta de inseminación aun 1 ó 2 minutos en su lugar, para luego retirarla de los órganos genitales de la cerda girándolo suavemente a la vez que se dé un suave masaje en el clítoris. Culminada la inseminación se desecharán los catéteres empleados rompiéndolos. De ser posible, se puede aislar a las cerdas durante algunas horas con la finalidad de evitar peleas, saltos entre otras hembras, o cualquier otra actividad agresiva que conduzca a un estado de agitación que pueda ser la causa para que falle la fecundación o exista mortalidad embrionaria.

Al realizar la doble inseminación se garantiza una tasa concepción más elevada que si sólo se aplica una dosis. Los resultados de una investigación utilizando semen de la raza Landrace para la primera inseminación y de la raza Large White para la segunda, con una simple observación a la camada se podrá saber si la cerda quedó gestante en la primera inseminación o en la segunda. Parece ser que la primera inseminación es la más efectiva pero sin realizar la segunda inseminación un elevado número de cerdas no quedarían efectivamente

preñadas.

También es muy importante recalcar que las cerdas que conciben a la segunda inseminación tienen camadas mucho más reducidas, esto debido a que los oocitos fertilizados son algo más viejos. El tiempo realizar las respectivas inseminaciones, se recomienda, normalmente, un intervalo de 8 y 16 horas desde la primera inseminación a la segunda inseminación por ser el intervalo de tiempo que ha demostrado incrementar mejor nivel de fertilidad. También se ha comprobado que las camadas originarias de la inseminación artificial tenían un tamaño más bajo que las que se originaban de monta natural.

B. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL CERVICAL:

Weitze, KF. (2000), describe que actualmente todas las explotaciones pecuarias buscan la optimización de los recursos existentes en la producción, empezando desde la alimentación, la mano de obra calificada, hasta los recursos biológicos, esto con la finalidad de hacer que la producción pecuaria sea una actividad mucho más rentable, esto sin dejar de proporcionar al consumidor final un producto de elevada calidad. A estas condiciones de optimización, los investigadores encontraron la forma de optimizar un recurso biológico de la granja porcina: El semen, y maximizar al mismo tiempo la producción con el aumento del tamaño y peso de las camadas, es aquí donde la inseminación artificial se presenta. La inseminación artificial es una de las tecnologías que más se utilizadas en las explotaciones pecuarias; en los últimos 15 años se ha venido incrementando su uso, obteniéndose cifras de un 80% de su utilización en la reproducción animal en los países de mayor desarrollo los cuales tienen como objetivo principal el ser mas competitivos, elevando el número de cerdas por cada macho, incrementando la fertilidad e incrementando el número de lechones por cada camada, y lo más importante mejorando la genética de los animales.

Evenson, D. et al. (1994), Manifiesta que la reproducción en las explotaciones porcinas es un factor determinante para lograr el éxito productivo y reproductivo de la granja, ya que de estos factores depende gran parte de la rentabilidad de la producción, la cual, está altamente asociada con un excelente valor genético, el

cual va a ser reflejado en un producto de excelente calidad para el mercado. Debido a esto, investigadores de todo el mundo, han enfocado sus estudios a la búsqueda de aspectos que indiquen los factores que repercuten en la reproducción porcina y con base a esto, mejorar la técnica de la inseminación artificial.

Durante mucho tiempo se han hecho investigaciones que buscan disminuir el número de espermatozoides por cada dosis seminal con el desarrollo de la inseminación artificial convencional (IAC), que comienza aproximadamente con una concentración de $5-10 \times 10^9$ espermatozoides en dosis de 50 o 200 ml de esperma (Dziuk y Henshaw. 1958), hasta 3×10^9 espermatozoides en dosis de 80 o 100 ml de esperma (Martínez, A. 2002), esto obteniendo como resultado final los mismos parámetros reproductivos de fertilidad que con la monta natural.

Kruger, C. y Rath, D. (2000), buscando emplear de mejor manera más aún el semen del verraco, sugirió introducir el semen más cerca al lugar donde realiza la fecundación, así se lograría tener menos muerte de espermatozoides en el trayecto de la cerviz hasta la porción anterior del cuerpo uterino estos autores también concluyeron que al depositar el semen en la profundidad de uno de los cuernos uterinos, se puede rebajar la dosis hasta 100 veces, desarrollando así una nueva técnica reproductiva; La inseminación Intrauterina Profunda. Por lo tanto el desarrollo de un nuevo sistema que permita realizar la técnica de la inseminación artificial en la profundidad del cuerno uterino es de enorme interés para la industria porcina, ya que durante mucho tiempo ha sido difícil la introducción de un instrumento en las profundidades de los cuernos debido a la compleja anatomía que presenta el canal cervical, la longitud y curvatura de los cuernos (Martínez, A. 2002).

La inseminación artificial porcina ha contribuido al desarrollo de nuevas técnicas de reproducción asistida (TRA), como la Congelación seminal para rentabilizar los reproductores de elevado valor genético y establecer bancos de semen con dosis adecuadas para abastecer a las explotaciones en situaciones en las que prohíban el movimiento de animales y a su vez el semen, sexaje del semen para la programación de producción de machos o hembras y acelerar más aun la mejora

genética, la Inseminación Artificial Intrauterina permite depositar el semen cerca del lugar de la fecundación.

Watson, P. y Behan, J. (2002), señalan que en estos últimos años se han desarrollado nuevos sistemas de inseminación artificial en la especie porcina que han permitido reducir ampliamente del número de espermatozoides viables necesarios por cada dosis seminal. La inseminación post-cervical (IPC) consiste en introducir una cánula transcervical por medio del catéter para llegar a la porción anterior del cuerpo uterino, donde los espermatozoides son depositados. La técnica de inseminación intrauterina profunda, permite la depositar a los espermatozoides en la porción anterior del útero.

Arantxa, E. (2003), demuestran que los sistemas post-cervicales actúan rebajando los casos de pérdidas de los espermatozoides debido al reflujo mientras que la inseminación intrauterina profunda minimiza más aun la perdida por reflujo, el efecto del ataque por parte de los leucocitos polimorfo nucleares (responsables de la muerte de los espermatozoides cerca del 80% del total de la dosis espermática), permitiendo en resultado, una reducción drástica en la dosis. Estas ventajas se resumen en una dosis de inseminación de 750- 1000 millones de espermatozoides en el caso de la Inseminación Post Cervical y de tan sólo 150 millones de espermatozoides en la Intrauterina Profunda.

Levis, D. (2002), asevera que debido a la complejidad anatómica que presenta el tracto genital de la cerda, determinada por gran longitud, las curvaturas de los cuernos uterinos, y en particular por las características propias del canal cervical, ha impedido el desarrollo de nuevas técnicas reproductivas fundamentadas en la introducción de instrumentos al interior de los cuernos uterinos. Un grupo de investigadores en la universidad de Murcia, España, desarrollaron la técnica de inseminación intrauterina profunda (IIUP), la cual consiste en la introducción transcervical de un catéter flexible en el útero de la cerda, logrando llegar sin ninguna clase sedación o cirugía. Por otro lado se ha querido rebajar la concentración seminal hasta unas 100 veces por dosis y volumen de la misma.

C. INSEMINACIÓN INTRAUTERINA.

Henao, F. y Col, (2005), enuncia que mediante el uso de la inseminación intrauterina profunda es posible reducir el número de espermatozoides de 3×10^9 espermatozoides por cada dosis hasta por 5×10^7 de espermatozoides y el volumen final de semen utilizado de 80 o 100 ml hasta por 5ml, sin alterar la fertilidad ni la prolificidad. La inseminación intrauterina profunda facilita que el espermatozoide se desplace con más rapidez hasta el sitio de la fertilización y eliminar más obstáculos en este trayecto, como las secreciones cervicales; como el semen es depositado directamente cerca del cuerno uterino (en la unión uterotubarica), se evitan también las pérdidas por reflujo (Belstra, B. Levis, 2002). Al emplear la Inseminación Artificial es posible tener mayor número de dosis a partir de un solo eyaculado e intensificar notablemente el uso de verracos en las granjas porcinas.

Actualmente diversas investigaciones llevaron a cabo para evaluar la inseminación intrauterina profunda, la inseminación postcervical y la inseminación artificial convencional, para de esta manera determinar la efectividad de Intrauterina profunda con un bajo menor de espermatozoides frescos y comparar las posibles diferencias determinando así las posibles ventajas o desventajas de esta nueva técnica.

Henao, F. y Col, (2005), realizaron una investigación cuyo principal objetivo era evaluar la Inseminación Intrauterina Profunda comparativamente con la Inseminación Artificial común bajo las condiciones de cinco granjas porcinas, consideradas para la porcicultura comercial de la zona centro-occidente de Colombia, en dicha investigación los resultados de fertilidad y de prolificidad obtenidos mediante estas dos técnicas de inseminación no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$), por lo tanto puede afirmarse los hallazgos encontrados en las investigaciones realizadas por Martínez, A. 2002. Cuadro 1.

Cuadro 1. COMPARACIÓN DE LA INSEMINACIÓN INTRAUTERINA CON INSEMINACIÓN INTRACERVICAL Y LA INSEMINACIÓN CONVENCIONAL CON DIFERENTES PARÁMETROS PRODUCTIVOS.

GRANJA	Nº de inseminación		Nº de partos		Tasa de parición		Nacidos totales		Nacidos vivos		Nacidos muertos		Nacidos momias		Peso al nto (Kg)	
	IAC	IIUP	IAC	IIUP	IAC	IIUP	IAC	IIUP	IAC	IIUP	IAC	IIUP	IAC	IIUP	IAC	IIUP
1	76	9	65	7	0,86	0,78	11,22	11,22	10,33	7,80	0,45	0,12	0,44	0,06	1,42	1,57
2	6	3	5	3	0,83	1,00	11,40	8,00	10,80	7,73	0,40	0,67	0,20	0,00	1,19	1,48
3	125	11	113	11	0,90	1,00	11,82	12,73	10,82	11,73	0,53	0,55	0,47	0,45	1,57	1,51
4	125	14	107	9	0,86	0,64	10,98	9,42	10,22	9,04	0,48	0,21	0,28	0,17	1,57	1,75
5	104	13	88	9	0,85	0,69	10,51	8,00	10,17	7,50	0,25	0,26	0,08	0,24	1,59	1,73
TOTAL	436	50	378	39	0,86	0,80	11,19	9,24	10,47	8,7	0,42	0,35	0,3	0,19	1,47	1,61

Fuente: Martínez, A. (2002).

Cuadro 2. TASAS DE GESTACIÓN, PARTO Y PROLIFICIDAD EN CERDAS INSEMINADAS EN LA PROFUNDIDAD DE UN CUERNO UTERINO CON DIFERENTE NÚMERO DE ESPERMATOZOIDES.

No.	De	No. De cerdas	Tasa	de	Tasa de	Tamaño	de	la
espermatozoides		inseminadas	gestación.		parto	camada (X±s.e.m.)		
(x10 ⁶)			(%)**		(%)			
10		69	39'1 ^a		39'1 ^a	9.44±0.36		
25		60	51'7 ^a		46'7 ^a	9.30±0.35		
50		126	77'8 ^b		76'2 ^b	9.40±0.19		
150		117	86'3 ^b		82'9 ^b	9.70±0.19		
Control*		147	86'4 ^b		83'0 ^b	9.97±0.17		

Cerdas inseminadas en celo natural (2 inseminaciones). ** Diagnóstico ultrasónico a los 24-28 días post-inseminación. ^{a,b} Valores en la misma columna con diferente superíndice difieren significativamente (P<0.01). (Martínez, A. 2002).

Martínez, A. (2002), realizaron una descripción del procedimiento de la inseminación intrauterina profunda sin ninguna clase de sedación en cerdas y la efectividad de dicho sistema utilizando un número bajo de espermatozoides

frescos concluyendo que mediante al utilizar la técnica de Intrauterina Profunda con semen fresco se puede rebajar de 10 o 20 veces el número de espermatozoides y 8 veces, al menos, el volumen total de la dosis espermática en comparación con la inseminación artificial tradicional en el cual se emplea como promedio 3 mil millones de espermatozoides en 80-100 ml de medio, cuadro 2; además evaluaron el efecto del número de inseminación sobre la tasa de gestación, cuadro 3.

Cuadro 3. TASAS DE GESTACIÓN DE CERDAS INSEMINADAS EN LA PROFUNDIDAD DE UN CUERNO UTERINO CON 150 MILLONES DE ESPERMATOZOIDES 1, 2 Ó 3 VECES DURANTE EL ESTRO NATURAL POST-DESTETE.

Núm. de inseminaciones (horas tras el inicio del estro)	Núm. de cerdas	Tasa de gestación (%)
1 (32 h)	60	83'3
Grupo control*	55	87'3
2 (26 h y 36 h)	59	83'1
Grupo control*	48	85'4
3 (26 h, 36 h y 46 h)	60	91'6
Grupo control*	47	87'3

Las cerdas de los grupos controles fueron inseminadas intracervicalmente de forma tradicional (dos inseminaciones a las 0 y 24 h del comienzo del estro con 3×10^9 esp.). (Martínez, A. 2002).

D. INSEMINACIÓN INTRAUTERINA PROFUNDA MEDIANTE EL USO DE SONDAS DE DOBLE DEPOSICION SEMINAL

Magapor, R. (2013), menciona que el departamento de investigación, desarrollo e Innovación después de dos años de investigación desarrollo y pruebas ha desarrollado el nuevo catéter mixto de doble deposición para la IA intrauterina profunda.

Es el único sistema de Inseminación Artificial que combina en un solo catéter, el sistema de inseminación post-cervical e intrauterina profunda. Así, Magapplus DD permite la deposición del semen en el interior del útero y de uno de los cuernos uterinos de manera simultánea. La doble deposición garantiza la distribución del semen por ambos cuernos.

De esta manera se evita el descenso de prolificidad observado con los sistemas de inseminación intrauterina profunda debido a la fertilización unilateral. Con Magapplus DD, la doble deposición del semen permite el ascenso de los espermatozoides a los ovocitos de ambos cuernos lo que garantiza niveles máximos de prolificidad.

1. Estructura de la sonda

Magapplus DD es una sonda de 1,35 cm de longitud, que presenta tres orificios de salida para la dosis seminal de modo que:

- El 80% de la dosis se deposita en el útero a través de dos orificios opuestos
- El 20% se deposita en el interior de un cuerno uterino a través de un orificio en el extremo del catéter

2. Ventajas en relación a otros sistemas.

- Requiere un menor volumen y concentración espermática de la dosis seminal, garantizando máximos niveles de fertilidad y prolificidad
- Sistema seguro que no causa lesiones a la cerda y de fácil manejo en granja
- Requiere la utilización de catéter guía
- Ahorra tiempo, ya que la dosis es introducida a presión.
- La formación del personal no resulta un problema, ya que la técnica es similar a la inseminación artificial tradicional.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo experimental se desarrolló en las instalaciones del Centro de Transferencia Genética “REPROGENES” y Granjas Asociadas, el mismo que se halla ubicado en la vía a Guano Km 2 ½, sector San Antonio de las Abras, ubicado en el cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

Las condiciones meteorológicas imperantes en la zona se detallan en el cuadro 4.

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA.

Parámetro	Promedio
Temperatura, °C	13.5
Humedad relativa, %	66.2
Precipitación, mm/año	340.8
Heliofanía, Horas luz	8.5

Fuente: Estación metereológica de la Facultad de Recursos Naturales. ESPOCH. (2014).

La investigación tuvo una duración de 150 días, tiempo en el cual se evaluó el comportamiento reproductivo de las cerdas multíparas ante la utilización de los diferentes sistemas de inseminación artificial.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En la presente investigación la unidad experimental estuvo conformada por una cerda multípara mestiza de la raza Landrace-York, de 2do a 5to parto. Se utilizó un total de quince repeticiones por tratamiento, siendo necesario un total de 60 cerdas para el experimento.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizó en el desarrollo de la presente investigación se distribuyen de la siguiente manera:

1. Materiales

- Cerdas multíparas
- Jeringuillas
- Dosis Seminales
- Catéteres Convencionales
- Sondas de deposición simple
- Sondas de deposición mixta
- Registros
- Calculadora
- Cinta Porcinométrica
- Kit para atención al parto
- Alimento Balanceado
- Desinfectantes

2. Equipos

- Microscopio
- Balanza
- Cámara Fotográfica
- Computador

3. Instalaciones.

En el presente estudio se utilizó las instalaciones del Centro de Transferencia Genética “REPROGENES” y Granjas Asociadas.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente estudio se evaluó el efecto de la utilización de un Sistema de Inseminación Artificial Mixto con dos densidades espermáticas, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal en cerdas multíparas, el mismo que consiste en una combinación de los sistemas habitualmente empleados en inseminación porcina. Este sistema fue comparado versus los dos sistemas empleados convencionalmente como son inseminación artificial Postcervical e inseminación artificial Intrauterina Profunda, como se detalla en el cuadro 5, estos tratamientos fueron distribuidos bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar en consideración al número de parto, ajustándose al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Valor de la variable en consideración

μ : Media general

τ_i : Efecto del sistema de inseminación

β_j : Efecto de repeticiones o bloques

ε_{ij} : Efecto del error experimental

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPETICIONES	TUE	TOTAL CERDAS POR TRATAMIENTO
Tratamiento 1	IAPCE	15	1	15
Tratamiento 2	IAIPR	15	1	15
Tratamiento 3	IAMIX1	15	1	15
Tratamiento 4	IAMIX2	15	1	15
TOTAL				60

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental (Una Cerdá Multípara).

Tratamiento 1: Sistema de Inseminación Artificial Postcervical. (100 ml de semen con 3×10^9 Espermatozoides).

Tratamiento 2: Sistema de Inseminación Artificial Intrauterina Profunda, mediante el uso de sondas de deposición seminal simple. (50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides).

Tratamiento 3: Sistema de Inseminación Artificial Mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal (50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides).

Tratamiento 4: Sistema de Inseminación Artificial Mixto mediante el uso de sondas de doble deposición seminal (50 ml de semen con $0,75 \times 10^9$ Espermatozoides).

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

- Peso de las cerdas al Servicio, (Kg).
- Peso de las cerdas al final de la Gestación, (Kg).
- Peso de crías al nacimiento, (Kg).
- Peso de camada al nacimiento, (Kg).
- Tasa de Concepción, (%).
- Porcentaje de Fertilidad, (%).
- Tasa de Prolificidad; N° de lechones.
- Beneficio costo, (USD).

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Para el análisis de resultados se utilizó los siguientes procedimientos estadísticos, cuadro 6.

- Análisis de Varianza (ADEVA)

- Separación de Medias por el método de Tukey a un nivel de significancia de $P<0,05$ y $P<0,01$.
- Prueba no paramétrica, según Chi Cuadrado ($P<0,05$ y $P<0,01$).
- Estadística descriptiva.

Cuadro 6. CUADRO DEL ADEVA.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	59
Tratamientos	3
Repeticiones	14
Error	42

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En el desarrollo de la presente investigación se evaluó diferentes sistemas de inseminación artificial en cerdas multíparas, con el fin de mejorar los parámetros reproductivos de las mismas, pretendiendo identificar una técnica que permita eficiencia reproductiva con un ahorro significativo de material espermático, por lo que desarrolló los siguientes procedimientos:

1. Identificación de las granjas participantes en el estudio.
2. Selección y arreglo en bloques de las cerdas como unidad experimental.
3. Suministro de alimento estándar de mantenimiento 5 días antes del servicio.
4. Comprobación del momento óptimo de servicio.
5. Inseminación artificial cada 24 horas, aplicando los diferentes tratamientos.
6. Diagnóstico de preñez a los 21 días por el método de no retorno al estro y posteriormente la confirmación de la gestación al día 42.
7. Atención del parto a los 114 ± 3 días y evaluación de parámetros reproductivos.
8. El peso de las cerdas fue controlado al momento del servicio y final de la gestación.
9. El manejo sanitario adecuado de acuerdo a las políticas de la granja y Reprogenes.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Peso de las cerdas al servicio.

Para determinar el peso corporal de las cerdas se utilizó la cinta porcinométrica, mediante la determinación del perímetro torácico a nivel dorso esternal, al momento del servicio.

3. Peso de las cerdas al final de la gestación.

En esta variable se utilizó la cinta porcinométrica, mediante la determinación del perímetro torácico a nivel dorso esternal, al final de la gestación (114 ± 3), días.

4. Tasa de concepción.

Este indicador fue evaluado de acuerdo al número de cerdas que han quedado gestantes luego del servicio en relación al total de cerdas servidas, siendo efectiva la preñez al comprobar el no retorno al estro al día 42 post servicio.

5. Tasa de fertilidad.

Este indicador fue evaluado de acuerdo al número de cerdas que han llevado el producto a término, es decir han llegado al parto, en relación al número de cerdas servidas.

6. Tasa de prolificidad.

La tasa de prolificidad fue evaluada de acuerdo al tamaño de camada al nacimiento, incluyendo lechones vivos y muertos.

7. Peso de crías y camadas al nacimiento.

Estas variables fueron evaluadas pesando únicamente a los lechones nacidos vivos, y posteriormente sumaremos los pesos.

8. Análisis Económico.

Se determinó mediante el indicador económico Beneficio/Costo por la siguiente expresión:

$$\text{Beneficio costo} = \frac{\text{Ingresos totales \$}}{\text{Egresos totales \$}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS EN CERDAS MULTIPARAS SOMETIDAS A UN SISTEMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL MIXTO, MEDIANTE EL USO DE SONDAS DE DOBLE DEPOSICIÓN SEMINAL.

En la evaluación reproductiva en las cerdas empleadas en la presente investigación, se analizó diferentes características reproductivas, cuyos resultados se hallan en función del sistema de inseminación empleado, los mismos que se describen a continuación:

1. Tasa de concepción.

En la determinación de la tasa de concepción (cuadro 7), que fue establecida mediante la técnica del no retorno al estro, se determinaron diferencias estadísticas ($P < 0,01$), de esta manera el 100% de concepción en las cerdas que fueron inseminadas mediante el uso de IAMIX1 (Sistema de Inseminación Artificial Mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides), posteriormente se identificó al grupo de cerdas pertenecientes al tratamiento IAIPR (Sistema de Inseminación Artificial Intrauterina Profunda, mediante el uso de sondas de deposición seminal simple y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides), que alcanzaron una concepción del 93,3 %, luego se ubicó la tasa de concepción determinada al emplear el IAPCE (Sistema de Inseminación Artificial Postcervical y 100 ml de semen con 3×10^9 Espermatozoides), con 86,70 % mientras que en última instancia con una tasa de concepción de 80,00 % se ubicó el grupo de cerdas tratadas con IAMIX2 (Sistema de Inseminación Artificial Mixto mediante el uso de sondas de doble deposición seminal y 50 ml de semen con $0,75 \times 10^9$ Espermatozoides), gráfico 1.

2. Tasa de fertilidad.

Para la tasa de fertilidad determinada mediante la relación del número de cerdas que han parido en relación al número de cerdas servidas, se identificó diferencias

Cuadro 7. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS EN CERDAS MULTÍPARAS, SOMETIDAS A UN SISTEMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL MIXTO, MEDIANTE EL USO DE SONDAS DE DOBLE DEPOSICIÓN SEMINAL.

VARIABLES	TRATAMIENTOS				EE	Prob.
	IAPCE	IAIPR	IAMIX1	IAMIX2		
Tasa de Concepción, (%) ¹	86,7 c	93,3 b	100,0 a	80,0 d	-	<0,01
Tasa de Fertilidad, (%) ¹	80,0 c	93,3 b	100,0 a	73,3 d	-	<0,01
Prolificidad, (No.) ²	11,58 c	13,43 b	13,73 a	11,27 d	0,06	0,0001

¹Letras iguales no difieren estadísticamente. X^2 ($P<0,05$ y $P<0,01$).

²Letras iguales no difieren estadísticamente. Tukey ($P<0,05$ y $P<0,01$).

Prob: Probabilidad.

EE: Error estándar.

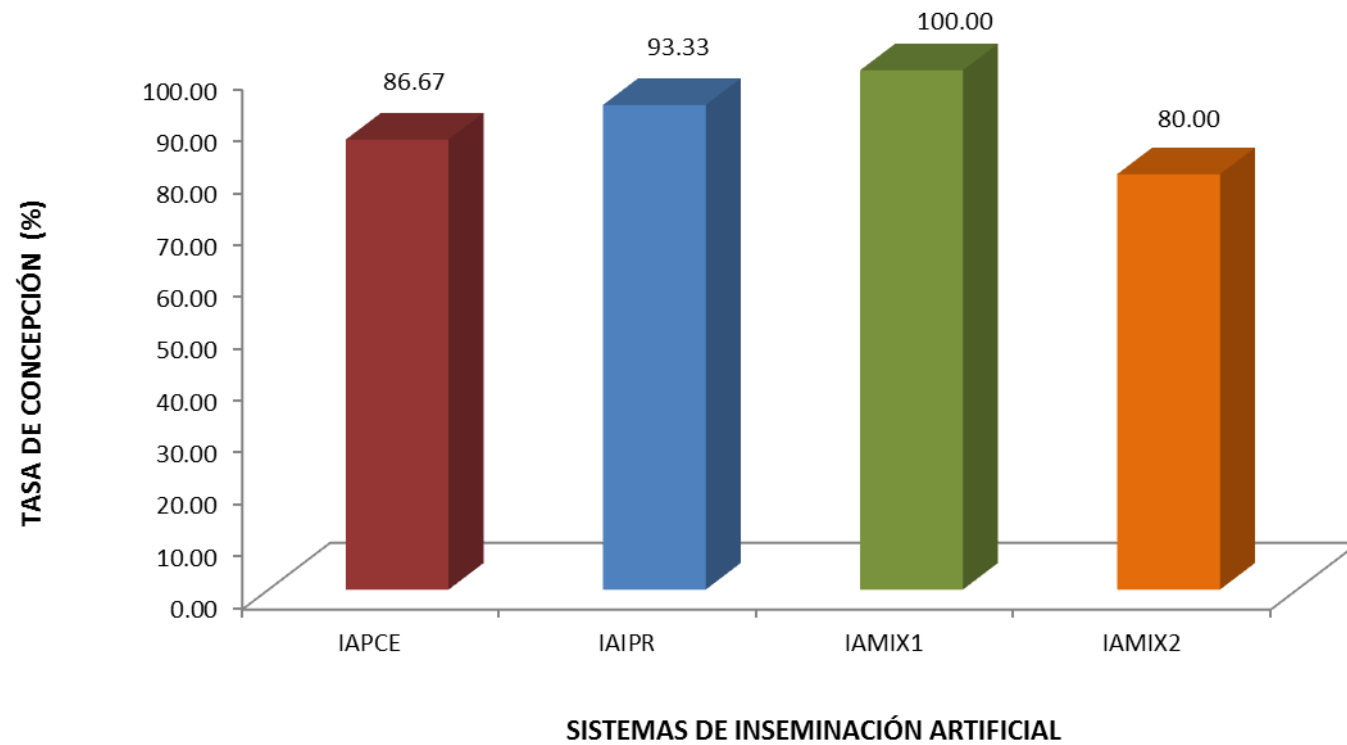


Gráfico 1. Tasa de concepción en cerdas multíparas York-Landrace sometidas a un sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal.

estadísticas ($P < 0,01$), es así que el 100% de las cerdas que fueron inseminadas mediante el uso de IAMIX1 (Sistema de Inseminación Artificial Mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides), seguido por el grupo de cerdas pertenecientes al tratamiento IAIPR (Sistema de Inseminación Artificial Intrauterina Profunda, mediante el uso de sondas de deposición seminal simple y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides), que alcanzaron una fertilidad del 93,3 %, luego se ubicó la tasa de fertilidad determinada al emplear el IAPCE (Sistema de Inseminación Artificial Postcervical y 100 ml de semen con 3×10^9 Espermatozoides), con 80,00 %, mientras que en última instancia con una tasa de fertilidad de 73,30 % se identificó al grupo de cerdas tratadas con IAMIX2 (Sistema de Inseminación Artificial Mixto mediante el uso de sondas de doble deposición seminal y 50 ml de semen con $0,75 \times 10^9$ Espermatozoides), gráfico 2.

3. Tasa de prolificidad.

Para el tamaño de camada o tasa de prolificidad determinada mediante la cuantificación del número de lechones al nacimiento se determinaron diferencias estadísticas ($P < 0,01$), de esta manera con un promedio de 13,73 lechones las cerdas que fueron inseminadas mediante el uso de IAMIX1 (Sistema de Inseminación Artificial Mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides), alcanzaron el mayor promedio para esta variable, luego se identificó a la media obtenida por el grupo de cerdas pertenecientes al tratamiento IAIPR (Sistema de Inseminación Artificial Intrauterina Profunda, mediante el uso de sondas de deposición seminal simple y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides), que alcanzaron prolificidad de 13,43 lechones, luego se ubicó la tasa de prolificidad determinada al emplear el IAPCE (Sistema de Inseminación Artificial Postcervical y 100 ml de semen con 3×10^9 Espermatozoides) con 11,58 lechones/camada mientras que en última instancia con una tasa de prolificidad de 11,27 lechones/camada se identificó al grupo de cerdas tratadas con IAMIX2 (Sistema de Inseminación Artificial Mixto mediante el uso de sondas de doble deposición seminal y 50 ml de semen con $0,75 \times 10^9$ Espermatozoides), gráfico 3.

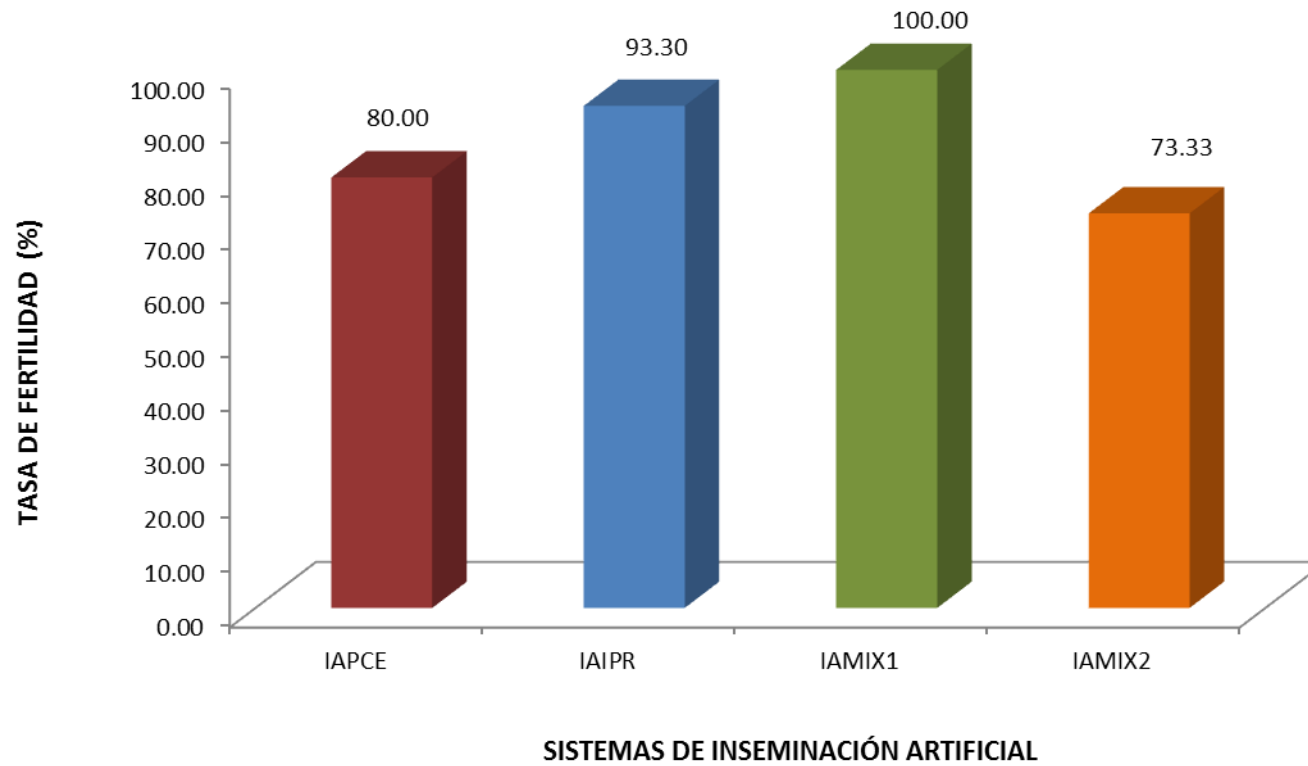


Gráfico 2. Tasa de fertilidad determinada en cerdas multíparas York-Landrace sometidas a un sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal.

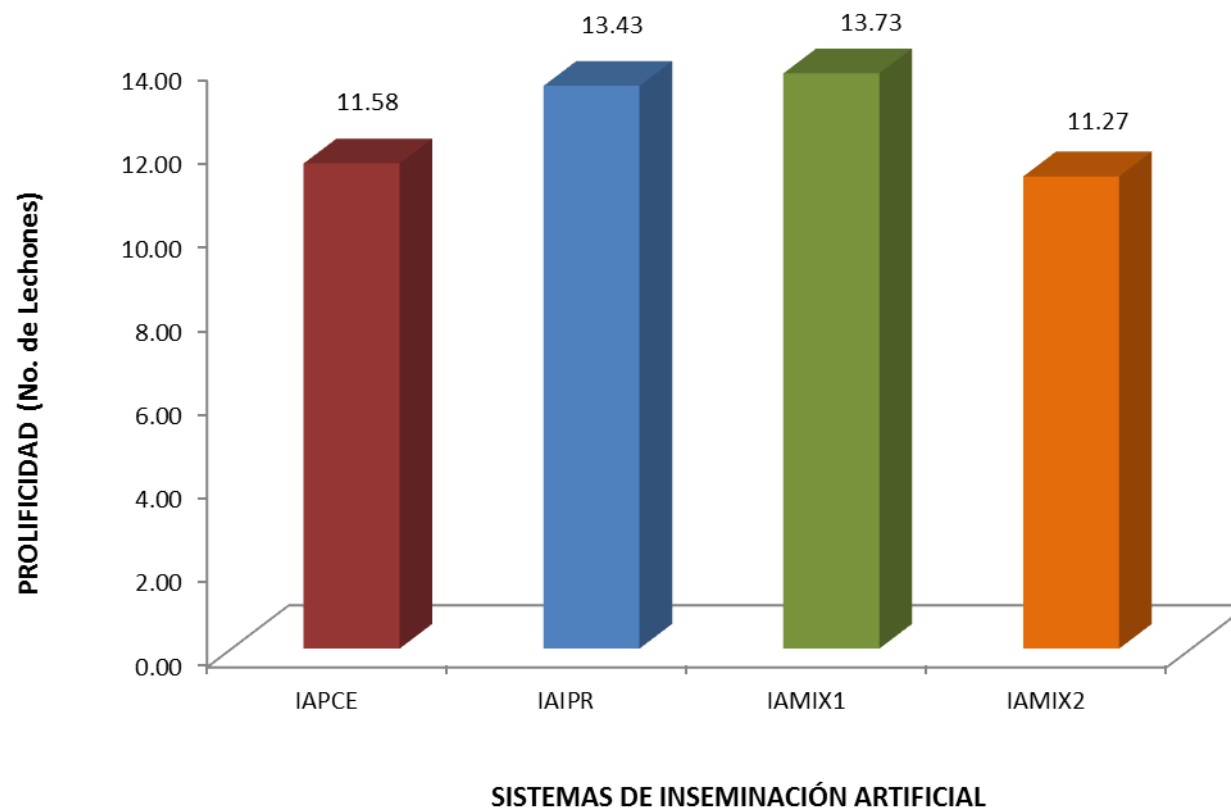


Gráfico 3. Tasa de prolificidad en cerdas multíparas York-Landrace sometidas a un sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal.

B. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS EN CERDAS MULTIPARAS SOMETIDAS A UN SISTEMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL MIXTO, MEDIANTE EL USO DE SONDAS DE DOBLE DEPOSICIÓN SEMINAL.

1. Peso de las cerdas al servicio.

El peso promedio en los diferentes grupos de cerdas utilizadas en la presente investigación al momento del servicio fue de 146,67; 146,86; 146,93 y 146,82 Kg correspondientes a las cerdas que fueron inseminadas mediante el uso de IAPCE (Sistema de Inseminación Artificial Postcervical y 100 ml de semen con 3×10^9 Espermatozoides), IAIPR (Sistema de Inseminación Artificial Intrauterina Profunda, mediante el uso de sondas de deposición seminal simple y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides, IAMIX1 (Sistema de Inseminación Artificial Mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides), y IAMIX2 (Sistema de Inseminación Artificial Mixto mediante el uso de sondas de doble deposición seminal y 50 ml de semen con $0,75 \times 10^9$ Espermatozoides), respectivamente, (cuadro 8).

2. Peso de las cerdas al final de la gestación.

Por otro lado el peso de las cerdas al final de la gestación registró diferencias estadísticas ($P < 0,01$), es así que el grupo de cerdas inseminadas mediante IAMIX1 (Sistema de Inseminación Artificial Mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides), presentaron un mayor promedio de peso final con 185,20 kg, posteriormente se identificó el peso de las cerdas inseminadas mediante la utilización de IAIPR (Sistema de Inseminación Artificial Intrauterina Profunda, mediante el uso de sondas de deposición seminal simple y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides), con un peso 184,70 Kg, y finalmente con menores pesos se identificaron a las cerdas inseminadas mediante la utilización de IAPCE (Sistema de Inseminación Artificial Postcervical y 100 ml de semen con 3×10^9 Espermatozoides) y IAMIX2 (Sistema de Inseminación Artificial Mixto mediante el uso de sondas de doble deposición seminal y 50 ml de semen con $0,75 \times 10^9$

Cuadro 8. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS EN CERDAS MULTÍPARAS, SOMETIDAS A UN SISTEMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL MIXTO, MEDIANTE EL USO DE SONDAS DE DOBLE DEPOSICIÓN SEMINAL.

VARIABLES	TRATAMIENTOS				EE	Prob.
	IAPCE	IAIPR	IAMIX1	IAMIX2		
Peso de Cerdas al Servicio, (Kg)	146,67	146,86	146,93	146,82	0,32	-
Peso de Cerdas al final de la Gestación, (Kg)	182,30 c	184,70 b	185,20 a	182,40 c	0,01	0,0001
Peso de Lechones al nacimiento (Kg)	1,23 a	1,23 a	1,20 a	1,23 a	0,01	0,1173
Peso de Camada al nacimiento (Kg)	14,28 b	16,56 a	16,77 a	13,90 c	0,10	0,0001
	-	-	-			

Letras iguales no difieren estadísticamente. Tukey ($P<0,05$ y $P<0,01$).

Prob: Probabilidad.

EE: Error estándar.

Espermatozoides), con 182,30 y 182,40 Kg, respectivamente cuadro 8, gráfico 4.

3. Peso de lechones al nacimiento.

El peso de lechones al nacimiento en la presente investigación no presentó diferencias estadísticas en los diferentes grupos de cerdas inseminadas ($P>0,05$), obteniéndose pesos promedios de 1,23; 1,23; 1,20 y 1,23 Kg correspondiente a los tratamientos IAPCE (Sistema de Inseminación Artificial Postcervical y 100 ml de semen con 3×10^9 Espermatozoides), IAIPR (Sistema de Inseminación Artificial Intrauterina Profunda, mediante el uso de sondas de deposición seminal simple y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides), IAMIX1 (Sistema de Inseminación Artificial Mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides) y IAMIX2 (Sistema de Inseminación Artificial Mixto mediante el uso de sondas de doble deposición seminal y 50 ml de semen con $0,75 \times 10^9$ Espermatozoides) respectivamente, cuadro 8.

Los resultados presentados son ligeramente menores a lo descrito por Toalombo, P. (2007), donde se indica que el peso de lechones al nacimiento alcanzado con la inseminación artificial convencional fue de 1,57 a 1,47 Kg, además señala que a mayor número de lechones nacidos, menor es el promedio de peso del lechón al nacimiento, lo que posiblemente se halle relacionado también a la genética de los cerdos.

Estos resultados se hallan directamente relacionados a la prolificidad ya que a mayor número de crías por camada, menor es el peso corporal de los lechones al nacimiento, lo que concuerda con lo expuesto por Durán, F. (2006), quien indica que camadas al nacimiento superiores a los 12 lechones presentan menor peso corporal individual en relación a camadas de lechones inferiores a 7 lechones, sin embargo este efecto no compromete el peso al destete de los lechones.

4. Peso al nacimiento.

El peso de la camada al nacimiento presentó diferencias estadísticas ($P<0,01$), de tal forma que los mejores pesos de camada al nacimiento fueron determinados en

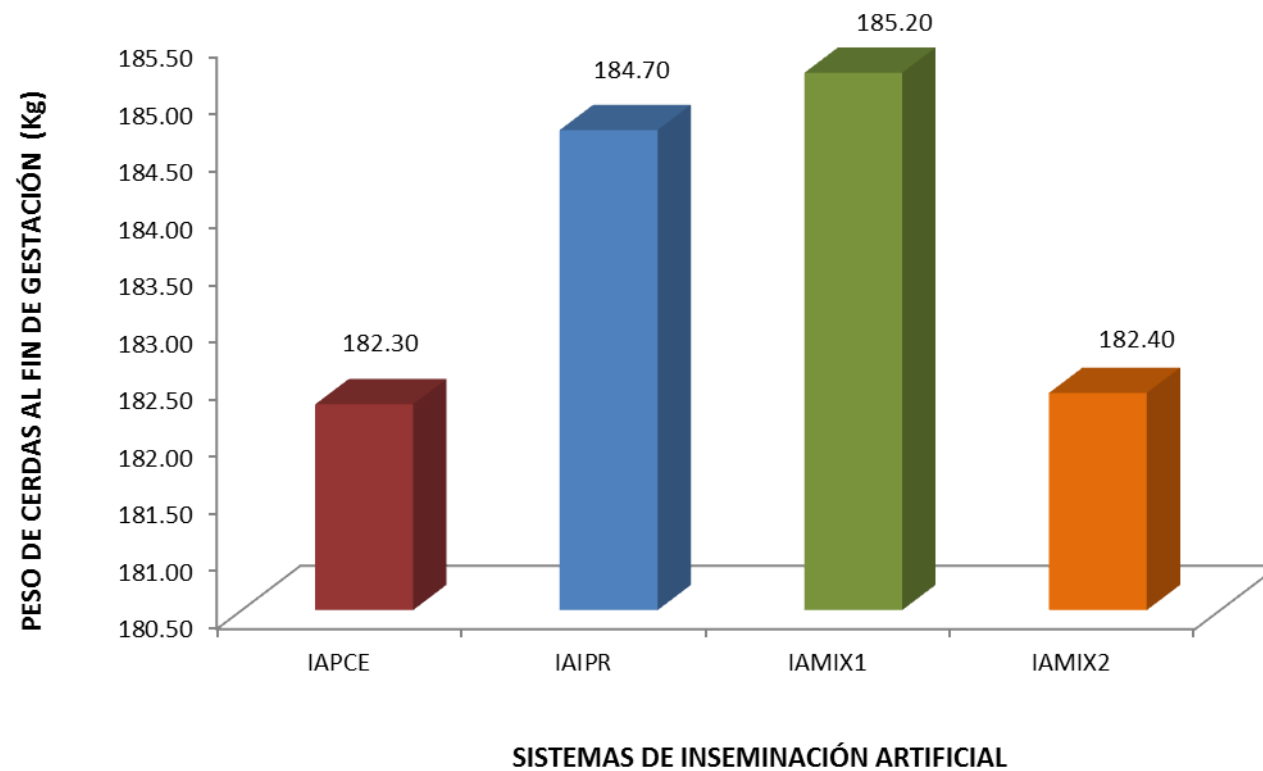


Gráfico 4. Peso al final de la gestación en Cerdas múltiparas, sometidas a un sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal.

el grupo de cerdas al cual se inseminó mediante la utilización de IAMIX1 (Sistema de Inseminación Artificial Mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides), y IAIPR (Sistema de Inseminación Artificial Intrauterina Profunda, mediante el uso de sondas de deposición seminal simple y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides), con pesos de 16,77 y 16,56 Kg en su orden, mientras que con menor peso de camada al nacimiento se ubicó el promedio obtenido en las cerdas inseminadas mediante la utilización de IAPCE (Sistema de Inseminación Artificial Postcervical y 100 ml de semen con 3×10^9 Espermatozoides) con un peso promedio de 14,28 Kg y con menor peso de camada al nacimiento se ubicó las cerdas inseminadas mediante la utilización de IAMIX2 (Sistema de Inseminación Artificial Mixto mediante el uso de sondas de doble deposición seminal y 50 ml de semen con $0,75 \times 10^9$ Espermatozoides), con 13,90 Kg, gráfico 5.

C. ANÁLISIS ECONÓMICO EN CERDAS MULTIPARAS SOMETIDAS A UN SISTEMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL MIXTO, MEDIANTE EL USO DE SONDAS DE DOBLE DEPOSICIÓN SEMINAL.

En el análisis económico de la presente investigación se determinaron los egresos considerando los costos de producción en los cuatro grupos experimentales y los ingresos considerando la cotización de lechones al final de la lactancia y cerdas, obteniéndose los mayores egresos para el grupo de cerdas inseminadas mediante el uso de IAMIX1 (Sistema de Inseminación Artificial Mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides), con 12539,80 USD, determinándose además los mayores ingresos alcanzando 21916,5 USD y así mismo el mejor índice de Beneficio - Costo alcanzando un índice de 1,75 USD, lo que quiere decir que por cada dólar invertido al utilizar IAMIX1 se obtuvo un beneficio neto de 0,75 USD, seguido por el tratamiento IAIPR (Sistema de Inseminación Artificial Intrauterina Profunda, mediante el uso de sondas de deposición seminal simple y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides), con un índice de beneficio costo de 1,69 USD, mientras que con indicadores de beneficio costo menores se ubicaron los demás tratamientos, como se detalla en el cuadro 9.

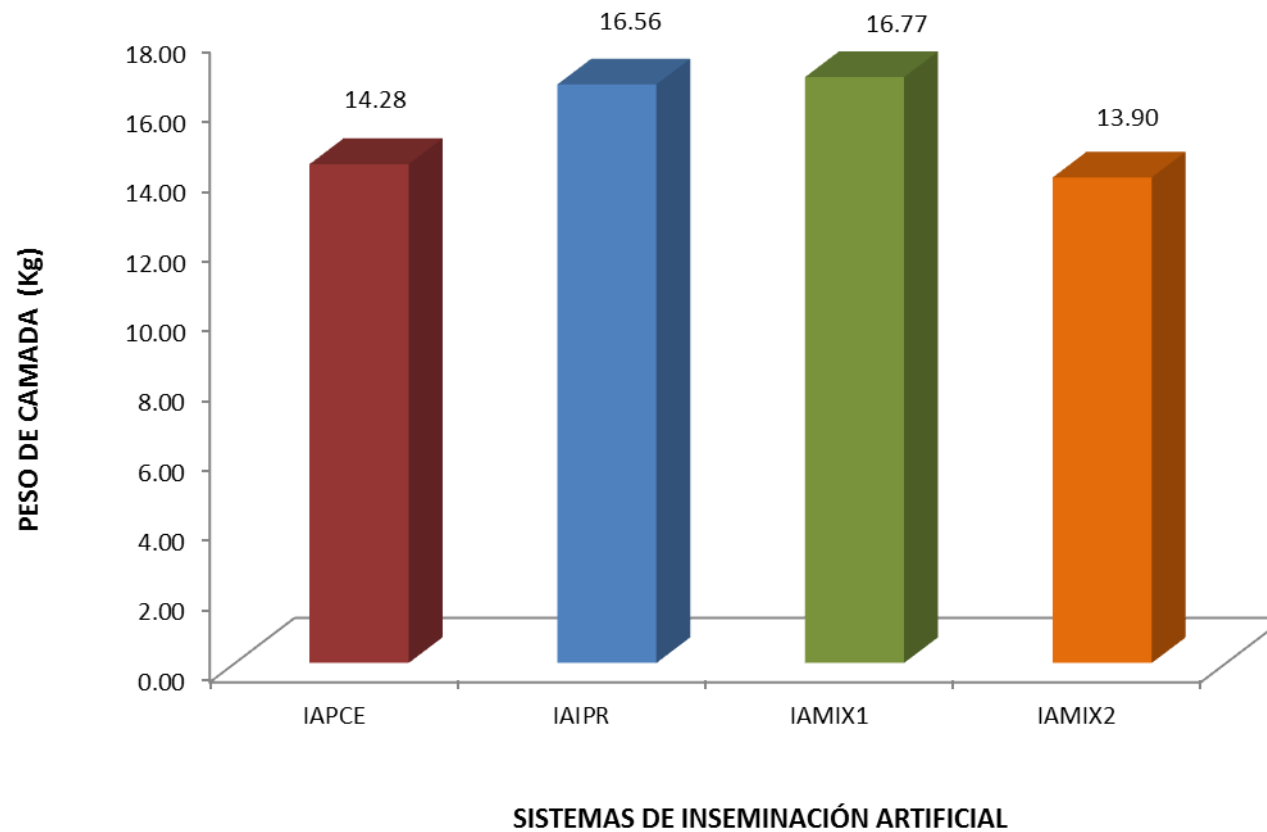


Gráfico 5. Peso de camada al nacimiento en cerdas multíparas, sometidas a un sistema de inseminación artificial mixta, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal.

Cuadro 9. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHONES EN CERDAS MULTÍPARAS, SOMETIDAS A UN SISTEMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL MIXTO, MEDIANTE EL USO DE SONDAS DE DOBLE DEPOSICIÓN SEMINAL.

CONCEPTO	TRATAMIENTOS			
	IAPCE	IAIPR	IAMIX1	IAMIX2
<u>EGRESOS</u>				
Costo de Animales ¹	7500,0	7500,0	7500,0	7500,0
Alimento Gestación ²	1651,2	1909,7	2019,1	1520,2
Alimento Lactancia ³	1417,4	1917,8	2100,7	1264,5
Dosis Seminales ⁴	300,0	225,0	225,0	225,0
Hormonas ⁵	172,5	172,5	172,5	172,5
Sondas y Catéteres ⁶	22,5	45,0	67,5	67,5
Sanidad ⁷	15,0	15,0	15,0	15,0
Mano de Obra ⁸	425,0	425,0	425,0	425,0
Depreciación de Inst. y Equipos ⁹	15,0	15,0	15,0	15,0
TOTAL EGRESOS	11518,6	12225,0	12539,8	11204,7
<u>INGRESOS</u>				
Venta de Lechones ¹⁰	9727,2	13161,4	14416,5	8677,9
Cotización Final de Cerdas ¹¹	7500	7500	7500	7500
TOTAL INGRESOS	17227,2	20661,4	21916,5	16177,9
BENEFICIO/COSTO (USD)	1,50	1,69	1,75	1,44

1: \$ 500/Cerda Reproductora Multípara.

2: \$ 0,60/kg de Balanceado Gestación.

3: \$ 0,68/kg de Balanceado Lactancia.

4: \$ 10/Dosis Seminal de 100 ml y \$ 7,50/Dosis seminal de 50 ml.

5: \$ 11,50/Dosis PG-600.

6: \$ 0,75/IAPCE; \$ 1,50/IAIPR; \$ 2,25/IAMIX1; \$ 2,25/IAMIX2.

7: \$ 15/Tratamiento.

8: \$ 340 Mensual: Básico.

9: \$ 15/Tratamiento.

10: \$ 70/Lechón.

11: \$ 500/Cerda Reproductora Multípara.

V. CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados obtenidos se emiten las siguientes conclusiones:

1. Se determinaron los mejores parámetros reproductivos en cuanto a tasa de concepción, fertilidad y prolificidad al aplicar el Sistema de Inseminación Artificial Mixto mediante el uso de sondas de doble deposición seminal con 50 ml de semen y $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides, en cerdas multíparas York-Landrace, en relación a los sistemas de inseminación convencional utilizados.
2. Los mejores parámetros productivos fueron obtenidos en las camadas de cerdas York- Landrace multíparas, mediante la utilización del Sistema de Inseminación Artificial Mixto mediante el uso de sondas de doble deposición seminal con 50 ml de semen y $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides, seguido por el sistema de Inseminación Artificial Intrauterina Profunda, mediante el uso de sondas de deposición seminal simple y 50 ml de semen con $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides.
3. El mejor índice de Beneficio - Costo fue determinado en las cerdas inseminadas mediante el Sistema de Inseminación Artificial Mixto mediante el uso de sondas de doble deposición seminal con 50 ml de semen y $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides, alcanzando un índice de 1,75 USD, lo que quiere decir que por cada dólar invertido al utilizar IAMIX1 se obtuvo un beneficio neto de 0,75 USD.

VI. RECOMENDACIONES

En relación a los resultados expuestos se recomienda lo siguiente:

1. Se recomienda utilizar el sistema de Inseminación Artificial Mixto mediante el uso de sondas de doble deposición seminal con 50 ml de semen y $1,5 \times 10^9$ Espermatozoides, en cerdas multíparas York- Landrace, ya que en el presente estudio se alcanzaron los mejores resultados reproductivos y productivos.
2. Difundir los resultados obtenidos en el presente experimento, a nivel de pequeños, medianos y grandes productores de cerdos y además a técnicos inseminadores a fin de alcanzar mayor eficiencia en la utilización de la inseminación artificial como técnica reproductiva.

VII. LITERATURA CITADA

1. ARIAS T., RUEDA M., CABALLERO N., MORALES G., BENÍTEZ E., MENDOZA D. 2004. Gestión tecnológica de un centro de procesamiento de semen porcino y su impacto. Revista Computarizada de Producción Porcina, pp. 11, 124--129
2. ARANTXA, E. 2003. Análisis de las nuevas técnicas y avances en la inseminación artificial porcina. XI Congreso Brasileiro de veterinarios especialistas en suínos. Editorial Acribia Brasil. p 45
3. BELSTRA B. y LEVIS. 2002. Intrauterine (transcervical) and fixed-time artificial insemination in swine: a review. Swine News. 25.
4. BRINKLEY HJ. 1981. Endocrine signaling and female reproduction. Biology of Reproduction; 24: 22.
5. DELGADO, M. 2006. Manual de explotación y reproducción en porcinos, segunda edición.
6. DZIUK, P. y HENSHAW, G. 1958. Fertility of boar semen artificially inseminated following in vitro storage Journal of Animal Science 17 554-558
7. DUKES H. 1962. Fisiología de los animales domésticos. Editorial Acribia. España. pp 280 – 281. 962
8. EVENSON DP, THOMPSON L AND JOST L .1994. Flow cytometric evaluation of boar semen by the sperm chromatin structure assay as related to cryopreservation and fertility Theriogenology 41 637-651
9. FALCETA C, DUQUE J, ALFONSO M J. 2001, Ciclo estral de la cerda. Dpto. Patología Animal. Facultad de Veterinaria de Zaragoza, España.

- 10.FLOWERS WL. 2003. "Future" Reproductive Technologies Applied Results of Trans Cervical Insemination and Other Studies Related to Artificial Insemination. Forty-Seventh Annual North Carolina Pork Conference. State University North Carolina. Raleigh, N.C. 27695 7621

- 11.FUENTES M., PÉREZ L., SUÁREZ Y., SOCA M. 2005 características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. Revista Electrónica REDVET, pp. 12, 1 –36.

- 12.GADEA J. 2003. Diluyentes de inseminación artificial porcina. Spanish Journal of Agriculture Research. pp.1 (2): 17-27.

- 13.GARCÍA S. 1995. Fisiología veterinaria. Editorial interamericana McGraw-Hill. Madrid España

- 14.Gestión Veterinaria Porcina. 2002. Ciclo estral de la cerda. Información Técnica. URL: <http://www.acromax.net/cicloestral.htm>

- 15.GLOSSOP CE. 2000. Next Generation AI-New Developments to Efficiency. Boar Semen Preservation IV: 207 211.

- 16.HAFEZ ES; HAFEZ B. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales. 7ª Edición. Editorial McGraw-Hill. México. pp. 191-194.

- 17.HENAO F. VALENCIA M. GÓMEZ G. 2005. inseminación intrauterina profunda en la cerda. Porcilineas. Nº 79.

- 18.HUERTAS J. 1991. Manual práctico y moderno de inseminación. Reproducir Ltda. Y Colsemen Ltda. 157p.

- 19.<http://www.3tres3> la página del cerdo,cursodeinseminaciónartificial.htm. (2013)

- 20.<http://www.cisale@fvet.uba.ar>. (2014)

21. <http://www.clinicamontalvo.com/clinica/Criopreservacion-de-embriones.html>. (2013)
22. <http://www.viajandohacialafertilidad.htm>. (2014)
23. <http://www.fertility.com.htm>. (2006)
24. <http://www.gonadotropinamonografias.com.htm>. (2010)
25. <http://www.wikipediaaenciclopedia libre.htm>. (2014)
26. <http://www.s2.subirimagenes.com>. (2014)
27. IVANOW E. 1922. on the use of Artificial Insemination for Zootechnical purposes in Russia. Editorial J. Agric. Sci. 12 p244-256
28. KRUGER C y RATH D. 2000. Intrauterine insemination in sows with reduced sperm number Reproduction, Fertility and Development 12 113-117
29. KRUGER C, RATH D AND JOHNSON LA. 1999. Low dose insemination in synchronized gilts Theriogenology 52 1363-1373
30. LAING JA, BRINLEY WJ, WAGNER W C. 1991. Fertilidad e infertilidad en la práctica vete-rinaria. Interamericana-Mc Graw-Hill.
31. LEVIS, D. 2002. New Reproductive Technologies for the AI Industry. The Ohio State University. Animal Science Building 122C. Fyffe Road 2029. Columbus, OH 43210 Anim.Sci. 10:138-143.
32. MARTÍNEZ A. 2002. La cerda y su camada. 2da Edición. Editorial AEDOS, Barcelona.
33. MAZZA, G. 1984. Control de la Reproducción e Inseminación Artificial en cerdos. FONAIAP DIVULGA, 15. 1—6.

34. MC DONALD LE, PINEDA MH. 1991. Veterinary Endocrinology and Reproduction. Lea & Febiger.
35. OCAMPO L, Farmacología Veterinaria de McGraw-Hill Interamericana segunda edición pág 547 (1997).
36. PALLAS R. 2002. impacto de nuevas tecnologías de inseminación artificial en la gestión de un centro de inseminación artificial. IX simposio internacional de reproducción e inseminación artificial en porcinos. Venezuela Porcina. 46: 25, 33.
37. PÉREZ, F. (1998), Reproducción e Inseminación Artificial Ganadera, pág. 144.
38. PEINADO B., POTO A., Lobera J.B., Martín J., Fernández, A. 1998. Calidad seminal de los eyaculados de verraco de raza Chato Murciano. Revista Archivos de Zootécnia. pp.47, 178- -179.
39. RATH D, WEITZE KF, PENA ALFARO CE AND ANDRADE MOURA JC. 1989. Effects of seminal plasma on the number of accessory sperm cells and fertilization in gilts Zuchthygiene pp. 24 123-127
40. SOEDE NM, HELMOND FA AND KEMP B. 1994. Periovulatory profiles of oestradiol, LH and progesterone in relation to oestrus and embryo mortality in multiparous sows using transrectal ultrasonography to detect ovulation Journal Reproduction and Fertility 101 633-641
41. STERLE J; SAFRANSKI T, 2004. Inseminación Artificial Porcina. Departament of Animal Sciences. Universidad de Missouri- Columbia
42. TOALOMBO, P: (2007), Evaluación de la Inseminación Intrauterina Profunda y Cervical en cerdas. Tesis de Grado. ESPOCH, FCP, EIZ. pp. 49.

43. VÁZQUEZ JL, MARTINEZ EA, VAZQUEZ JM, LUCAS X, GIL MA, PARRILLA I AND ROCA J. 1999. Development of a non-surgical deep intrauterine insemination technique IV International Conference on Boar Semen Preservation P35 Beltsville, Maryland USA
44. VAZQUEZ. 2001. Deep intrauterine insemination and embryo transfer in pigs. *Reproduction*, Supplement 58: 301-311.
45. WATSON, P. y BEHAN, J. 2002. Intrauterine insemination of sows reduced sperm number: results of a commercially based field trial. *Theriogenology* 57:1683-1693.
46. WEITZE, K. 2000. Update on the worldwide application of swine AI Boar semen preservation IV Eds LA Johnson and HD Guthrie Allen Press Inc Lawrence KS USA. pp 141-145.

ANEXOS

Anexo 1. Prueba de hipótesis según X^2 , para el contraste de las características reproductivas determinadas en cerdas multíparas, sometidas a un sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal.

H_0 : La tasa de concepción y fertilidad en cerdas multíparas, son independientes en relación al sistema de inseminación artificial empleado en el servicio.

H_a : La tasa de concepción y fertilidad en cerdas multíparas, dependen del sistema de inseminación artificial empleado en el servicio.

a. TASA DE CONCEPCIÓN

Tratamiento	GESTANTES		NO GESTANTES		X2 Calc	GL	X ² Tab	X ² Tab
	VO	VE	VO	VE			0,05	0,01
IAPCE	86,67	90,00	13,33	10,00				
IAIPR	93,33	90,00	6,67	10,00				
IAMIX1	100,00	90,00	0,00	10,00				
IAMIX2	80,00	90,00	20,00	10,00	24,69	3	7,82 *	11,35 **

CONCLUSION: H_0 : Rechazada

b. TASA DE FERTILIDAD

Tratamiento	GESTANTES		NO GESTANTES		X2 Calc	GL	X ² Tab	X ² Tab
	VO	VE	VO	VE			0,05	0,01
IAPCE	80,00	86,67	20,00	13,33				
IAIPR	93,33	86,67	6,67	13,33				
IAMIX1	100,00	86,67	0,00	13,33				
IAMIX2	73,33	86,67	26,67	13,33	38,47	3	7,82 *	11,35 **

CONCLUSION: H_0 : Rechazada

Anexo 2. Análisis de Varianza de las características productivas y reproductivas determinadas en cerdas multíparas, sometidas a un sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal.

a. PESO AL SERVICIO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	51	651.4423077			
Tratamiento	3	0.4916583	0.1638861	0.11	0.9555
Repetición	14	598.7756410	42.7696886	27.87	<.0001
Error	34	52.1750083	1.5345591		

CV DS MM
0.843696 1.238773 146.8269

TUKEY	Mean	N	Tratamiento
a	146.9333	15	IAMIX1
a	146.8571	14	IAIPR
a	146.8182	11	IAMIX2
a	146.6667	12	IAPCE

b. PESO AL FINAL DE LA GESTACIÓN

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	51	793.5530769			
Tratamiento	3	88.8526397	29.6175466	Infty	<.0001
Repetición	14	708.4864103	50.6061722	Infty	<.0001
Error	34	0.0000000	0.0000000		

CV DS MM
0 0,04 183.7885

TUKEY	Mean	N	Tratamiento
a	185.2	15	IAMIX1
b	184.7	14	IAIPR
c	182.4	11	IAMIX2
c	182.3	12	IAPCE

c. PESO DE CRÍAS AL NACIMIENTO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	51	0.08673077			
Tratamiento	3	0.00967449	0.00322483	2.11	0.1173
Repetición	14	0.02506410	0.00179029	1.17	0.3396
Error	34	0.05199217	0.00152918		

CV DS MM
 3.202279 0.039105 1.221154

	TUKEY	Mean	N	Tratamiento
	a	1.23333	12	IAPCE
	a	1.22857	14	IAIPR
	a	1.22727	11	IAMIX2
	a	1.20000	15	IAMIX1

d. PESO DE CAMADA AL NACIMIENTO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	51	107.9744231			
Tratamiento	3	85.83413736	28.61137912	178.17	<.0001
Repetición	14	16.68025641	1.19144689	7.42	<.0001
Error	34	5.4600293	0.1605891		

CV DS MM
 2.579950 0.400736 15.53269

	TUKEY	Mean	N	Tratamiento
	a	16.7733	15	IAMIX1
	a	16.5571	14	IAIPR
	b	14.2833	12	IAPCE
	c	13.9000	11	IAMIX2

e. TASA DE PROLIFICIDAD

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	51	74.05769231			
Tratamiento	3	60.59730270	20.19910090	415.54	<.0001
Repetición	14	11.80769231	0.84340659	17.35	<.0001
Error	34	1.65269730	0.04860874		

CV DS MM
 1.744999 0.220474 12.63462

	TUKEY	Mean	N	Tratamiento
	a	13.73333	15	IAMIX1
	b	13.42857	14	IAIPR
	c	11.58333	12	IAPCE
	d	11.27273	11	IAMIX2